

⑤

Int. Cl. 2:

G 01 J 3-18

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 24 37 253 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 24 37 253

⑫

Aktenzeichen: P 24 37 253.0

⑬

Anmeldetag: 2. 8. 74

⑭

Offenlegungstag: 15. 5. 75

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

7. 11. 73 DDR Wp 174495

⑤④

Bezeichnung:

Gittermonochromator

⑦①

Anmelder:

Jenoptik Jena GmbH, X 6900 Jena

⑦②

Erfinder:

Krauß, Manfred, Dipl.-Phys., X 6902 Jena; Winter, Ernst, Dipl.-Phys.,  
X 6900 Jena

DT 24 37 253 A1

BEST AVAILABLE COPY

15. 10. 1973

### Gittermonochromator

Die Erfindung betrifft einen Gittermonochromator mit einem Lichteintrittsspalt und einem Lichtaustrittsspalt, einem zwischen diesen im optischen Strahlengang angeordneten optischen System zur Abbildung des Lichteintrittsspaltess in die Ebene des Lichtaustrittsspaltess und einem als Dispersionsmittel dienenden Beugungsgitter. Durch die Wirkung des Dispersionsmittels entstehen bei der Abbildung des Eintrittsspaltess in der Austrittsspaltenebene eine Vielzahl von Bildern durch Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen, die zueinander in Richtung senkrecht zur Spaltrichtung verschoben sind. Am Ausgangsspalt tritt infolge der endlichen Breite der Spalte ein Wellenlängenintervall mit einer charakteristischen Energieverteilung (Apparatefunktion) auf. Für den Fall, daß Ein- und Austrittsspalt die gleiche Breite aufweisen, hat die Apparatefunktion die Form eines Dreiecks. Stimmt dagegen die Austrittsspaltbreite nicht mit der Breite des Eintrittsspaltess überein, so entsteht eine trapezförmige Apparatefunktion. Die Halbwertsbreite  $\Delta \lambda$  der Apparatefunktion bezeichnet man als spektrale Bandbreite, deren kleinster erreichbarer Wert die maximale Auflösung des Monochromators angibt. Dieser Wert wird durch die Güte der Übereinstimmung des Eintrittsspaltbildes mit dem Austrittsspalt bezüglich deren Größe, Gestalt, Lage und Bildschärfe gegeben. Infolgedessen ist das Auflösungsvermögen in bedeutendem Maße auch von den Bildfehlern des Abbildungssystems abhängig.

Zur Kompensation der Komafehler bei der Abbildung mit optischen Spiegeln ist das Verfahren nach Czerny und Turner bekannt, bei dem die Koma infolge der Symmetrie des Strahlenganges und der zueinander entgegengesetzt geneigten sphärischen Spiegel verschwindet. Die Symmetriebedingung wird jedoch nur eingehalten, solange es bei der spektralen Zerlegung des Lichtes zu keiner Querschnittsänderung des Lichtbündels kommt. Diese Forderung ist nur dann erfüllt, wenn das Reflexionsgitter in Autokollimation verwendet wird. In allen anderen Fällen hat man es je nach Wellenlänge und Stellung des Gitters mit mehr oder weniger starker Querschnittsveränderung des Parallellichtbündels vor und nach der Spektralzerlegung zu tun.

Zur Beseitigung des Komafehlers bei Monochromatoren ist weiterhin bekannt, eine Anordnung nach dem Prinzip von Czerny-Turner zu verwenden, bei der die von einem beliebigen Dispersionsystem erzeugte Vergrößerung oder Verkleinerung durch ein geeignetes Brennweitenverhältnis gerade wieder aufgehoben wird.

Auf Astigmatismus ist der Monochromator nach Ebert und Fastie korrigiert, der eine von der Wellenlänge unabhängige Krümmung des Ein- und Austrittsspaltess aufweist und bei dem die astigmatische Bildlinie die Kontur des Austrittsspaltess tangiert. Nach Fastie ergibt sich die Wellenlängenunabhängigkeit, wenn die Hauptstrahlen von allen Spaltpunkten am Dispersionsgitter einen Kegel bilden. Sind das Abbildungssystem und die Spaltkonturen zu dieser Kegellachse rotationssymmetrisch, so tangiert trivialerweise die astigmatische Bildlinie die Kontur des Austrittsspaltess. Die Koma ist jedoch beim Ebert-Fastie-

- 3 -

Monochromator nur für die Stellung des Gitters in 0. Ordnung streng korrigiert. Außerdem ist der Abbildungsmaßstab  $V$  für den Eintrittsspalt von der Stellung des Gitters, d. h. von der eingestellten Wellenlänge, entsprechend der Beziehung

$$V = \frac{\cos \varphi}{\cos \varphi'}$$

abhängig, wobei  $\varphi$  der Einfallswinkel für die auf das Beugungsgitter einfallende Strahlung und  $\varphi'$  der Winkel ist, den die abgebeugte Strahlung mit der Normalen der Beugungsgitterebene einschließt. Diese Wellenlängenabhängigkeit des Abbildungsmaßstabes ist von beträchtlichem Nachteil, weil die aus Gründen der einfachen Konstruktion und Handhabung des Monochromators erwünschte Kopplung des Ein- und Austrittsspalt es eine Konstanz des Abbildungsmaßstabes erforderlich macht. Konstruktiv besonders einfache Lösungen ergeben sich, wenn der Abbildungsmaßstab gleich 1 ist. Im Monochromator nach Ebert-Fastie wird der Abbildungsmaßstab 1 jedoch nur für die Stellung des Gitters in 0. Ordnung erreicht.

Es wurde auch bereits ein Monochromator vorgeschlagen, bei dem eine Komakorrektur dadurch erreicht wird, daß die Ablenkungswinkel an den Hohlspiegeln entsprechend gestaffelt werden. Man verstößt damit jedoch gegen die schon genannten Bedingungen für die Wellenzahlunabhängigkeit der Spaltkrümmung und das Tangieren der astigmatischen Bildlinien.

Die Erfindung hat sich deshalb die Aufgabe gestellt, einen Monochromator zu schaffen, der auf Abbildungsfehler, insbesondere auf Koma und Astigmatismus im Bereich der Arbeitswellenlänge korrigiert und dessen Abbildungsmaßstab dabei konstant ist.

Der Lösung der Aufgabe wird ein Gittermonochromator nach Ebert und Fastie, bestehend aus einem Beugungsgitter, einem Kollimator und einem Fernrohrspiegel, die als sphärische Hohlspiegel ausgebildet sind, sowie zwei kreisbogenförmig gekrümmten Spalten, wobei der Mittelpunkt des Gitters, die Krümmungsmittelpunkte der Spalte und die Kugelmittelpunkte der sphärischen Hohlspiegel auf einer Geraden liegen, die gleichzeitig die Achse des durch die Hauptstrahlen am Beugungsgitter gebildeten Kegels ist, zugrunde gelegt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Verhältnis der Brennweiten von Kollimatorspiegel und Fernrohrspiegel für eine innerhalb des Einstellbereiches des Beugungsgitters befindliche Stellung gleich dem Verhältnis des Kosinus des Winkels, den die auf das Gitter einfallende Strahlung mit der Normalen der Beugungsgitterebene bildet, zum Kosinus des Winkels, den die vom Gitter abgebeugte Strahlung mit der Gitternormalen bildet, ist.

Die Erfindung soll an Hand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Die zugehörige Zeichnung zeigt:

ein Schema des erfindungsgemäßen Gittermonochromators mit seinen geometrischen Bestimmungsstücken.

Der Gittermonochromator besteht aus einem Eintrittsspalt 1 und einem Austrittsspalt 2, die beide eine kreisförmige Krümmung mit den Krümmungsradien  $r_1 = 81,588 \text{ mm}$  und  $r_2 = 108,823 \text{ mm}$  aufweisen, zwei sphärischen Hohlspiegeln, von denen ein Kollimatorspiegel 3 einen Krümmungsradius  $r_3 = 750 \text{ mm}$  und ein Fernrohrspiegel 4 einen Krümmungsradius  $r_4 = 1000 \text{ mm}$  besitzen.

Ein Beugungsgitter 5 besitzt 26,3 Linien/mm. Der Mittelpunkt M des Beugungsgitters, die Krümmungsmittelpunkte der beiden Spalte 1 und 2 sowie die Kugelmittelpunkte der sphärischen Spiegel 3 und 4 liegen auf einer Geraden G, die gleichzeitig auch die Achse des durch die Hauptstrahlen A und A' am Beugungsgitter gebildeten Kegels ist. Die Hauptstrahlen A und A' schließen mit der Geraden G jeweils einen Winkel  $\alpha = 12,5^\circ$  ein und die Normale N der Beugungsgitterebene mit der Geraden G einen Winkel  $\beta = 32,59^\circ$ . Die Entfernung vom Gittermittelpunkt M zum Scheitelpunkt C des Kollimatorspiegels 3 beträgt 303,674 mm, zum Scheitelpunkt C' des Fernrohrspiegels 4 431,089 mm. Der Abstand B zwischen Gittermittelpunkt M und der Verbindungslinie D zwischen den Spaltmittelpunkten M1, M2 des Ein- und Austrittsspalt 1 und 2 beläuft sich auf 75 mm, zwischen beiden Spaltmittelpunkten auf 190,411 mm, die Entfernung vom Spaltmittelpunkt M1 zum Scheitelpunkt C des Hohlspiegels 3 371,811 mm und vom Spaltmittelpunkt M2 zum Scheitelpunkt C' des Hohlspiegels 4 496,116 mm. Der auf den Spiegel 1 einfallende Hauptstrahl E schließt mit dem Hauptstrahl A einen Winkel  $\gamma = 14,945^\circ$  und der Hauptstrahl A' mit dem am Spiegel 2 reflektierten Hauptstrahl E' einen Winkel  $\delta = 14,293^\circ$  ein. Der Winkel  $\epsilon$ , den der Hauptstrahl E und die Normale auf die Spaltebene des Eintrittsspalt 1 miteinander bilden, beträgt  $2,445^\circ$  und der Winkel  $\epsilon'$  zwischen dem Hauptstrahl E' und der Normalen auf die Spaltebene des Austrittsspalt 2  $1,793^\circ$ .

Der nach den obengenannten Zahlenwerten gebaute Gitter-

- 6 -

monochromator weist eine von der Wellenlänge unabhängige Krümmung des Spaltbildes auf. Seine astigmatische Bildlinie tangiert die Austrittsspaltkontur und die Koma ist für eine Arbeitswellenlänge  $\lambda = 40 \text{ mm}$  kompensiert. Ebenso ist der Abbildungsmaßstab für den Bereich der Arbeitswellenlänge gleich 1. Bei anderen Arbeitswellenlängen nehmen die geometrischen Bestimmungsstücke des Monochromators selbstverständlich andere Zahlenwerte an.

2877

509820/0672

Patentansprüche

1. Gittermonochromator nach Ebert und Fastie, bestehend aus einem Beugungsgitter, einem Kollimator- und einem Fernrohrspiegel in der Form von sphärischen Hohlspiegeln, sowie zwei kreisbogenförmig gekrümmten Spalten, wobei der Mittelpunkt des Beugungsgitters, die Krümmungsmittelpunkte der Spalte und die Kugelmittelpunkte der sphärischen Hohlspiegel auf einer Geraden liegen, die gleichzeitig die Achse des durch die Hauptstrahlen am Beugungsgitter gebildeten Kegels ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Brennweiten von Kollimator- und Fernrohrspiegel für eine innerhalb des Einstellbereiches des Beugungsgitters befindliche Stellung gleich dem Verhältnis des Kosinus des Winkels, den die auf das Gitter einfallende Strahlung mit der Normalen der Beugungsgitterebene einschließt, zum Kosinus des Winkels, den die vom Beugungsgitter abgebeugte Strahlung mit der Normalen der Beugungsgitterebene einschließt, ist.

2. Gittermonochromator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dessen Arbeitswellenlänge mit der Wellenlänge für die Blaze-Stellung des Beugungsgitters übereinstimmt.

3. Gittermonochromator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dessen Arbeitswellenlänge mit der minimalen Spalteinstellung entsprechenden Wellenlänge übereinstimmt.

Wj  
Wg/Pi



-8.

Leerseite



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**